



REC'D 20 JUL 2004

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen:

103 17 466.4

Anmeldetag:

16. April 2003

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Anmelder/Inhaber:

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart/DE

Bezeichnung:

Elektromotor

IPC:

H 02 K 11/00

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 9. Juli 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Stanschus

26.02.03 MI/Kei

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Elektromotor

Stand der Technik

Starter für Verbrennungsmotoren bestehen im Wesentlichen aus einem Elektromotor, der über ein Untersetzungsgetriebe auf die Kurbelwelle des Verbrennungsmotors wirkt und diesen innerhalb von beispielsweise 0,5 bis 1 sec auf Drehzahlen von typischerweise über 200 U/min beschleunigt. Die hierzu erforderliche Leistung reicht von unter 1 kW für kleine Benzinmotoren bis größer 4 kW für große Dieselmotoren. Auf Grund der hierfür kurzzeitig erforderlichen extrem hohen Ströme von einigen hundert bis zu über tausend Ampère und bedingt durch den begrenzten fixen Innenwiderstand bricht die Batteriespannung von beispielsweise 12 Volt auf bis zu 3 Volt ein, so dass die meisten elektronischen Einrichtungen im Kraftfahrzeug kurzzeitig ausfallen. Während diese Wechselwirkung des Starters mit anderen Fahrzeugkomponenten beim einmaligen Betrieb am Anfang einer Fahrt kaum von Bedeutung ist, sind die Folgen des Bordnetzspannungseinbruchs bei wiederholtem Start beim sogenannten Start-Stopp-Betrieb nicht tragbar und unter bestimmten Umständen sogar sicherheitsgefährdend. Zur Abmilderung dieser Folgen sind verschiedene Strategien bekannt, um diesen Bordnetzspannungseinbruch zu vermeiden bzw. zu unterbinden. Zu diesen Maßnahmen gehört zum Beispiel ein Bordnetz mit zwei Batterien oder die Regelung des Startstroms über sogenannte MOSFET-Schalter. Der Aufwand für diese Maßnahmen erfordert jedoch einen erheblichen Aufwand im Bordnetz oder am Starter.

Aus dem Kleinmotorenbau bzw. der Anwendung von Kleinmotoren im Fahrzeug ist es bekannt, zur Begrenzung des Anlaufstroms dieser Kleinmotoren Widerstände mit negativen Temperaturkoeffizienten, sogenannte NTC-Widerstände, dem

elektromagnetisch aktiven Teil des Kleinmotors vorzuschalten. Nach dem Einschalten des Kleinmotors wird dabei der NTC-Widerstand durch die Strombelastung und den anfänglich hohen Widerstand stark erwärmt. Durch den negativen Temperaturkoeffizienten des Widerstands reduziert sich dieser und damit gleichzeitig die Verlustleistung des Widerstands, so dass auch die Verluste im stationären Betrieb klein sind. Diese Widerstände mit negativem Temperaturkoeffizienten basieren auf einem keramischen Substrat mit vergleichsweise geringer Strombelastbarkeit. Anwendungen im Bereich von ca. 1000 A wären mit diesen Bauelementen nicht sinnvoll möglich, da diese unter diesen Umständen extrem groß bauten und hierdurch unter Umständen instabil würden.

Aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 41 22 252 A1 ist es bekannt, in einen Nebenstrompfad der Startvorrichtung einen sogenannten NTC-Widerstand vorzusehen. Dieser dort bekannte NTC-Widerstand ist parallel zum Hauptstrompfad des elektrischen Motors geschaltet und gleichzeitig in Reihe zu den parallel geschalteten Einrück- und Haltespulen des Starterrelais geschaltet.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Startvorrichtung mit den Merkmalen des Hauptanspruchs hat den Vorteil, dass durch das Anordnen des elektrischen Widerstands mit negativen Temperaturkoeffizienten im Hauptstrompfad des elektromagnetisch erregbaren Läufers des elektrischen Motors der Startvorrichtung der sogenannte Kurzschluss-Strom und damit auch der Bordnetz-Spannungseinbruch bei gleichzeitig minimaler Verlustleistung im Durchdrehbetrieb begrenzt wird. Der Kurzschluss-Strom fließt in dem Betriebsfall, in dem der Elektromotor zwar bestromt wird, aber der Läufer des elektrischen Motors noch nicht dreht. Wird der elektrische Widerstand mit negativem Temperaturkoeffizienten als monokristalliner Halbleiter ausgeführt, so wird für den NTC-Widerstand eine akzeptable bzw. geringe Baugröße erreicht. Handelsübliche NTC-Widerstände bestehen – wie bereits erwähnt – aus halbleitenden Keramiken und sind für die hohen Ströme bei Startvorrichtungen nicht geeignet. Diese NTC-Widerstände wären geometrisch zu groß für die Startvorrichtung.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen der Startvorrichtung nach dem Hauptanspruch möglich. Wird ein

monokristalliner Halbleiter aus einem Material mit vergleichsweise hoher intrinsischer Ladungsträgerdichte und mit passendem Bandabstand gewählt, so ist es möglich, in einem sehr kleinen Volumen einen NTC-Widerstand mit sehr niedrigem Widerstand zu verwirklichen und gleichzeitig die intrinsische Ladungsträgerdichte und die Ladungsträger-Beweglichkeit im heißen Zustand möglichst hoch werden zu lassen.

Als besonders geeignet haben sich NTC-Widerstände aus III-V-Halbleitern erwiesen. Geeignete Halbleiter bestehen beispielsweise aus InSb und InAs.

Von besonderer Bedeutung ist weiterhin die Auslegung der thermischen Ankopplung des NTC-Widerstands an die Umgebung. Hierdurch muss sichergestellt werden, dass der NTC-Widerstand in der gewünschten Zeit hinreichend heiß wird und gleichzeitig der Ohmsche Widerstand der Kontaktstelle möglichst gering wird.

Eine besonders wirkungsvolle Anordnung des NTC-Widerstands ist dadurch gegeben, dass dieser zwischen zwei Leitern stoffschlüssig befestigt ist. Es ist damit eine großflächige Kontaktstelle zwischen den zwei Leitern und dem Widerstand gesichert; der Übergangswiderstand ist besonders gering. Um den Widerstand und die Kontaktstellen zwischen dem Widerstand und den Leitern möglichst vor Umwelt- bzw.

Umgebungseinflüssen zu schützen ist vorgesehen, diese Baugruppe aus Widerstand und den zwei Leitern von einer Schutzhülle zu umgeben. Insbesondere ist vorgesehen, dass die Schutzhülle ein Deckel ist.

Zeichnungen

In den Zeichnungen sind Ausführungsbeispiele einer erfindungsgemäßen Startvorrichtung dargestellt.

Es zeigen

- Figur 1 den prinzipiellen Aufbau einer Startvorrichtung mit der erfindungsgemäßen Anordnung eines NTC-Widerstandes,
Figur 2 eine Teilschnittdarstellung eines Relaisgehäuses,
Figur 3 eine Schnittdarstellung eines NTC-Bolzens,

Figur 4 ein zweites Ausführungsbeispiel der Anbindung eines NTC-Widerstandes an Leiter,

Figur 5 eine perspektivische Ansicht eines Schalterdeckels mit einem integrierten NTC-Widerstand.

5

Beschreibung

10

In Figur 1 ist der prinzipielle Aufbau einer Startvorrichtung 10 dargestellt, die in diesem Beispiel als sogenannter Schubschraubtriebstarter mit Vorgelegegetriebe ausgeführt ist. Neben dem bereits erwähnten Vorgelegegetriebe 13, hier als sogenanntes Planetengetriebe ausgeführt, weist die Startvorrichtung 10 darüber hinaus einen Elektromotor 16 auf, dessen Antriebswelle 19 ein Sonnenrad 21 des Vorgelegegetriebes 13 antreibt. Die Antriebskraft des Elektromotors 16 wird üblicherweise vom Sonnenrad 21 über Planetenräder 22 auf eine mit einem Planetenträger 23 verbundene Abtriebswelle 24 übertragen. Die Abtriebswelle 24 weist ein sogenanntes Steilgewinde 26 auf, in das ein Innensteilgewinde eines Einspurgetriebes 28 eingreift. Das Einspurgetriebe 28 besteht darüber hinaus aus einem Freilauf 29 und einem Antriebsritzel 32. Das Antriebsritzel 32 wird üblicherweise in einen Zahnkranz 31 eingespurt, über den das Antriebsmoment der Startvorrichtung auf eine nicht dargestellte Kurbelwelle der Brennkraftmaschine übertragen wird.

20

30

35

Das Einspurgetriebe 28 wird mittels eines Hebels 33 in den Zahnkranz 31 eingespurt. Der Hebel selbst wird mittels eines Einrückrelais 35 betätigt; ebenso wird der Startermotorstrom mittels des Einrückrelais 35 geschaltet. Hierzu wird ein Startschalter 37 geschlossen, so dass von einer Starterbatterie 39 zunächst ein relativ geringer Strom durch eine Einrückspule 41 und eine Haltespule 42 fließt, so dass ein nicht dargestellter Hubanker in diese beiden Spulen eingezogen werden kann. Der nicht dargestellte Hubanker ist mit einer Schaltstange 44 verbunden. Diese Schaltstange 44 dient zur Betätigung des Hebels 33. Mittels der Einzugsbewegung des Hubmagnets wird schließlich auch eine Kontaktbrücke 47 bewegt, so dass ein Hauptstrompfad 49 von der Starterbatterie 39 über die bekannte Klemme 30 über die Kontaktbrücke 47 zu elektromagnetisch erregbaren Teilen des Startermotors 16 fließen kann. Im Ausführungsbeispiel nach Figur 1 sind die elektromagnetisch erregbaren Teile des Elektromotors 16 einerseits eine Polwicklung 51 im Ständer des Elektromotors 16 und andererseits eine im Einzelnen nicht dargestellte Läuferwicklung des Läufers 53, der über

Bürsten 55 und einen Kommutator 56 bestromt wird. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass im Hauptstrompfad 49 ein Widerstand 57 mit negativem Temperaturkoeffizienten eingebaut ist. Dieser Widerstand 57 wird nachfolgend gegebenenfalls auch als NTC-Widerstand bezeichnet.

Es ist vorgesehen, dass der NTC-Widerstand 57 ein monokristalliner Halbleiter ist, damit dieser in der Lage ist, die hohen und in einer Größenordnung von bis zu 1000 A bis 1500 A liegenden Ströme des Elektromotors 16 leiten zu können. Damit dieser NTC-Widerstand 57 für diese Anwendung in der Startvorrichtung 10 geeignet ist, soll dieser aus einem monokristallinen Halbleitermaterial bestehen, eine hohe intrinsische Ladungsträgerdichte und einen passenden Bandabstand aufweisen. Typische Werte für diesen passenden Bandabstand sind 0,2 bis 0,6 eV. Um einen möglichst kleinvolumigen NTC-Widerstand 57 verwirklichen zu können, der gleichzeitig einen sehr niedrigen Widerstand aufweist, muss die intrinsische Ladungsträgerdichte im heißen bzw. warmen Zustand möglichst hoch sowie die Ladungsträgerbeweglichkeit möglichst hoch sein.

Typisch Werte für den Bandabstand - auf englisch auch als „Energy Gap“ (Eg) bezeichnet - sind 0,2 bis 0,6 eV; für die intrinsische Ladungsträgerdichte 10^{15} bis 10^{16} cm^{-3} ; für die Ladungsträgerbeweglichkeit 3×10^4 bis 7×10^4 cm^2/Vs . Der Bandabstand wird auch als Energiedifferenz zwischen Leitungs- und Valenzband bezeichnet.

Der spezifische Widerstand des Halbleitermaterials soll möglichst gering sein. Aus diesem Grund muss der sogenannte Bandabstand passend gewählt sein.

Als geeignete Materialien für den NTC-Widerstand 57 haben sich III-V-Halbleiter erwiesen. Für die letztgenannte Gruppe kommt hier ein Halbleiter, beispielsweise aus den Elementen Indium und Antimon oder Indium und Arsen in Frage.

Das Starter-Relais 35 und der NTC-Widerstand 57 sowie die Anschluss- und Verbindungstechnik ist derartig ausgelegt, dass der Widerstand des Hauptstrompfads 59 in den ersten 10 ms 10 mOhm beträgt, und daran anschließend auf Werte unter 0,5 mOhm fällt. Auf diese Art und Weise kann auf der einen Seite der Spannungseinbruch auf ca. 9 Volt bei einer 12-Volt-Starterbatterie 39 beschränkt werden, auf der anderen Seite wird die Verlustleistung auf deutlich unter 10% beschränkt.

In Figur 2 ist ausschnittsweise ein Einrückrelais 35 mit den pluspolseitigen Anschlussteilen dargestellt. Im Inneren des Einrückrelais 35 ist die Kontaktbrücke 47 zu erkennen. Das Einrückrelais 35 weist unter anderem einen Deckel 59 auf, der die Kontaktbrücke 47 abdeckt. Durch den Deckel 59 hindurch ragt ein Bolzen 62, der an seinem im Inneren des Deckels 59 bzw. des Einrückrelais 35 sich befindenden Ende eine Kontaktfläche 64 trägt. Diese Kontaktfläche 64 ist ähnlich wie ein Schraubenkopf ausgebildet. Der Bolzen 62 weist ein Außengewinde 66 auf, an dem in diesem Ausführungsbeispiel eine NTC-Widerstandsbaugruppe 69 befestigt ist. Auf diese NTC-Widerstands-Baugruppe 69 wird im Rahmen der Besprechung von Figur 3 näher eingegangen. Plusseitig ist an der NTC-Widerstandsbaugruppe 69 ein Polschuh 71 befestigt, der mit seinem plusseitigen Ende mittels eines Anschlusskabels 72 elektrisch mit der Starterbatterie 39 verbunden ist. Zur Befestigung des Polschuhs 71 dient hier eine Schraubenmutter 73.

Figur 3 zeigt die NTC-Widerstandsbaugruppe 69. Diese Widerstandsbaugruppe 69 besteht zunächst aus einem Gewindebolzen 80, der beispielsweise aus Stahl gefertigt sein kann. Dieser Gewindebolzen 80 weist ein Innengewinde 81 auf, mittels dessen diese Widerstandsbaugruppe 69 am Bolzen 62 des Einrückrelais 35 befestigt werden kann. Auf diesem Gewindebolzen 80 ist der NTC-Widerstand 57 stoffschlüssig befestigt. Mit einer anderen Seite des Widerstands 57 ist ein weiterer Gewindebolzen 83 ebenfalls stoffschlüssig befestigt. Somit ist der Widerstand 57 zwischen zwei Leitern, hier gebildet aus dem Gewindebolzen 80 und dem Gewindebolzen 83 stoffschlüssig befestigt. Der Gewindebolzen 83 ist hier praktisch wie eine Sechskantschraube ausgebildet, so dass am Gewindebolzen 83 der bereits erwähnte Polschuh 71 mittels der Schraubenmutter 73, siehe hierzu Figur 2, befestigbar ist.

Die Baugruppe aus dem Widerstand 57 und den zwei Leitern ist von einer Schutzhülle umgeben, beispielsweise durch eine Kunststoffspritzgusschülle 85.

In Figur 4 ist ein zweites Ausführungsbeispiel einer Baugruppe aus Widerstand 57 und zwei Leitern dargestellt. Der Widerstand 57 ist hierbei zwischen zwei abgewinkelten Stromschienen positioniert, aber auch hier wiederum mittels einem stoffschlüssigen Befestigungsverfahren an diesen beiden Stromschienen 88 befestigt. Hierzu ist der Widerstand 57 jeweils auf einer Schenkelfläche einer Stromschiene befestigt. Diese in Figur 4 dargestellte Baugruppe ist in diesem Fall nicht als Klemme-30-Anschluss

vorgesehen, sondern dient vielmehr als sogenannter und an sich bekannter Klemme-45-Anschluss zwischen dem Einrückrelais 35 und dem Elektromotor 16.

5 Figur 5 zeigt die entsprechende Anordnung der Baugruppe aus den zwei Stromschienen 88 und dem Widerstand 57. Dazu ist diese Baugruppe derartig in das Einrückrelais 35 integriert, dass dieses vom Deckelmaterial des Deckels 59 größtenteils umgeben ist, und somit nur noch eine der beiden Stromschienen 88 aus dem Schalterdeckel 59 herausragt. An diesen herausragenden Stromschienen 88 kann schließlich beispielsweise durch
10 Schweißen ein Leiter befestigt werden, der den Elektromotor 16 mit elektrischer Energie versorgt.

26.02.03 MI/Kei

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Ansprüche

10

1. Elektromotor, insbesondere Startvorrichtung für Brennkraftmaschinen, wobei ein elektrischer Widerstand (57) mit negativem Temperaturkoeffizienten im Hauptstrompfad (49) eines elektromagnetisch erregbaren Läufers (53) des elektrischen Motors (16) vorgeschaltet ist, dadurch gekennzeichnet, dass der elektrische Widerstand (57) ein monokristalliner Halbleiter ist.

15

2. Elektromotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der monokristalline Halbleiter aus einem Material mit hoher intrinsischer Ladungsträgerdichte und passendem Bandabstand besteht.

20

3. Elektromotor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Material aus einem III-V-Halbleiter, vorzugsweise InSb oder InAs, besteht.

4. Elektromotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Widerstand (57) zwischen zwei Leitern (80, 83, 88) stoffschlüssig befestigt ist.

30

5. Startvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Baugruppe aus dem Widerstand (57) und den zwei Leitern (80, 83, 88) von einer Schutzhülle (85) umgeben ist.

6. Elektromotor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Hülle (85) ein Deckel (59) ist.

26.02.03 MI/Kei

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Elektromotor

Zusammenfassung

15

Es wird ein Elektromotor, insbesondere eine Startvorrichtung für Brennkraftmaschinen, vorgeschlagen, wobei ein elektrischer Widerstand (57) mit negativem Temperaturkoeffizienten im Hauptstrompfad (49) eines elektromagnetisch erregbaren Läufers (53) des elektrischen Motors (16) vorgeschaltet ist. Es ist vorgesehen, dass der elektrische Widerstand (57) ein monokristalliner Halbleiter ist.

20

(Figur 1)

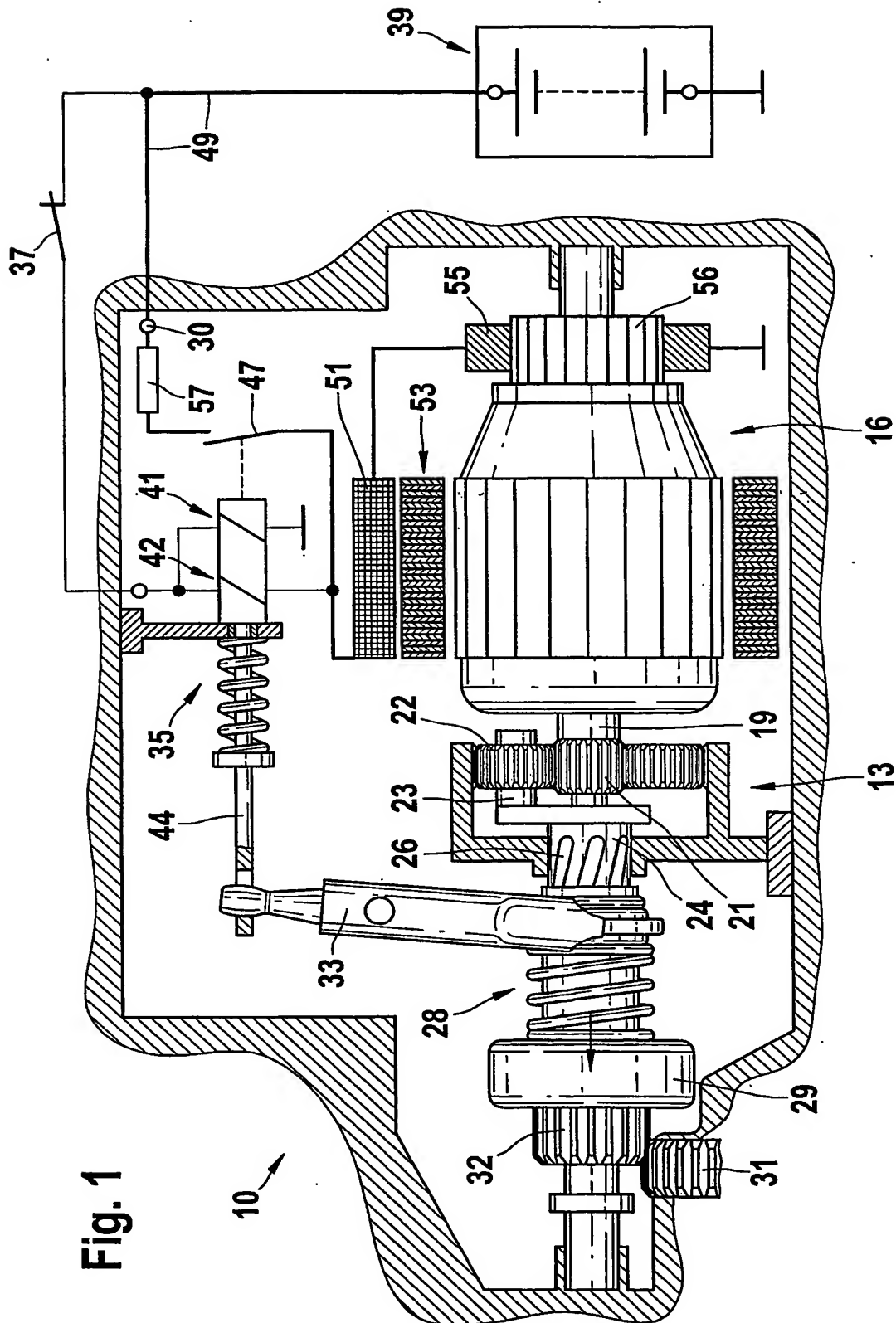


Fig. 1

Fig. 2

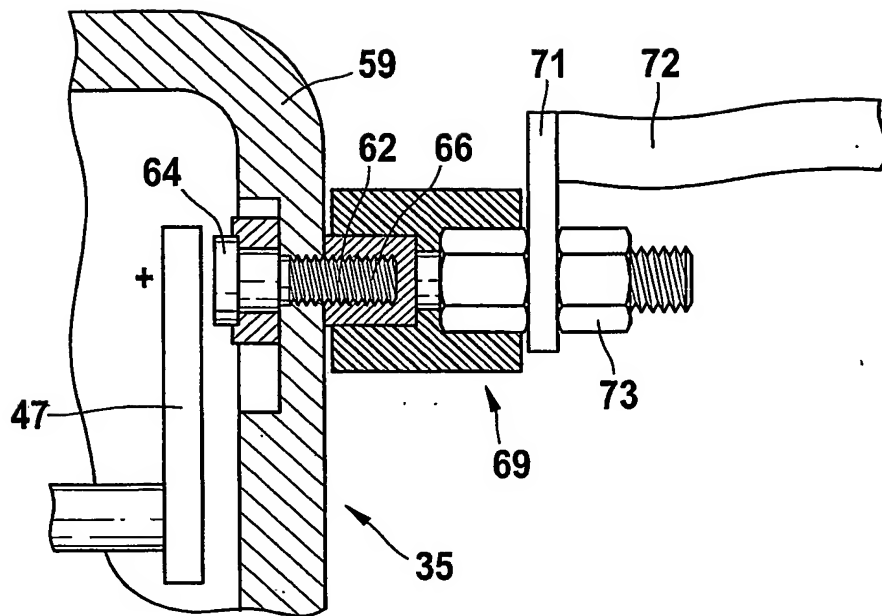


Fig. 3

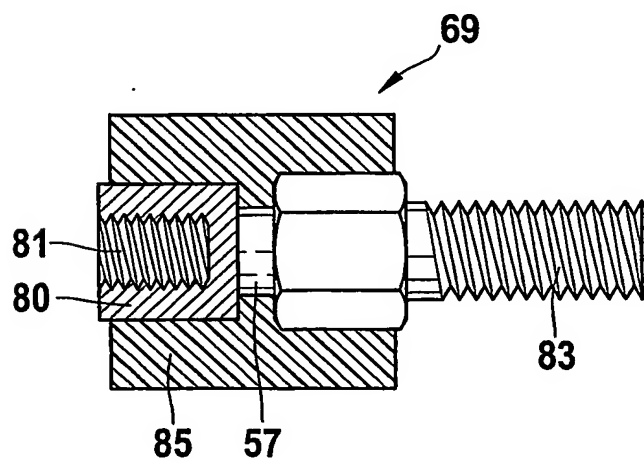


Fig. 4

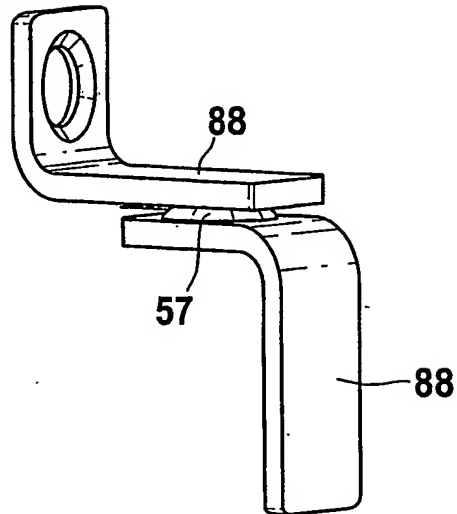


Fig. 5

